

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 12 月 2 日 (02.12.2004)

PCT

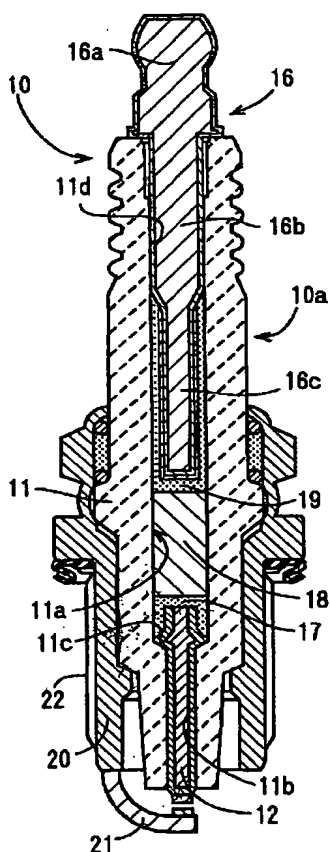
(10) 国際公開番号  
WO 2004/105203 A1

- (51) 国際特許分類: H01T 13/34 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/006875 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柴田 勉 (SHI-BATA, Tsutomu) [JP/JP]; 〒467-8525 愛知県 名古屋市 瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社 内 Aichi (JP).  
(22) 国際出願日: 2004 年 5 月 14 日 (14.05.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 小栗 昌平, 外(OGURI, Shohei et al.); 〒107-6013 東京都 港区 赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 1 3 階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: 特願2003-142415 2003 年 5 月 20 日 (20.05.2003) JP (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本特殊陶業株式会社 (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) [JP/JP]; 〒467-8525 愛知県 名古屋市 瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 Aichi (JP).

[続葉有]

(54) Title: SPARK PLUG AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: スパークプラグ及びその製造方法



(57) Abstract: A spark plug is disclosed which has further improved impact resistance while maintaining excellent conductivity and airtightness. The spark plug comprises first and second conductive sealing layers (17, 19) which are composed of a conductive glass containing a glass component and a metal component. The metal component contains at least a Cu-Zn alloy which comprises Cu as the first element and Zn as the second element.

(57) 要約: 本発明の課題は、優れた導電性及び気密性を維持しつつ、より耐衝撃性に優れたスパークプラグを提供する。本発明において、第1、2導電性シール層(17)、(19)はガラス成分と金属成分とを含有する導電性ガラスからなり、金属成分は、Cuを第1成分とし、Znを第2成分とするCu-Zn合金を少なくとも含む。



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,  
TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## スパークプラグ及びその製造方法

## 5 &lt;技術分野&gt;

本発明はスパークプラグ及びその製造方法に関する。

## &lt;背景技術&gt;

従来、特許文献 1 記載のスパークプラグが知られている。このスパークプラグ  
10 は筒状の主体金具を備えており、主体金具の内側には貫通孔によって筒状に形成  
されて主体金具の軸方向に延在する絶縁体が固定されている。また、主体金具及  
び絶縁体の内側には、主体金具の軸方向に延在し、放電可能な先端を絶縁体の先  
端から突出させて後端が貫通孔内に固定された中心電極と、主体金具の軸方向に  
延在し、後端を絶縁体の後端から突出させて先端が貫通孔内に固定された端子金  
15 具とが備えられている。また、主体金具には中心電極との間に放電ギャップを形  
成する接地電極の一端が固定されている。

そして、このスパークプラグでは、絶縁体の貫通孔内における中心電極と端子  
金具との間に中心電極と端子金具とを電氣的に接続する導電性結合層が備えられ  
ている。導電性結合層は、中心電極側から順に、第 1 導電性シール層、抵抗体及  
20 び第 2 導電性シール層となっている。そして、これら第 1、2 導電性シール層は  
ともにガラス成分と金属成分とを含有する導電性ガラスからなり、金属成分とし  
ては例えば Cu が採用され得る旨記載されている。また、このような構成からな  
るスパークプラグの他、例えば、導電性結合層が中心電極側から順に導電性シー  
ル層及び抵抗体となっているスパークプラグや、導電性結合層が導電性シール層  
25 のみとなっているスパークプラグも知られている。

この種のスパークプラグは、エンジンに装着され、主体金具と端子金具との間  
に高圧の電圧が印加されることにより、中心電極と接地電極との間の放電ギャッ  
プで放電を行い、エンジンの駆動時における着火を行う。この際、導電性シール

層（特許文献 1 記載の第 1、2 導電性シール層）において、導電性ガラスの金属成分として例えば Cu を採用したスパークプラグでは、ガラス成分によって気密性を保持しつつ端子金具や中心電極を絶縁体に固定している。また、このスパークプラグでは、Cu によって端子金具及び中心電極と導電性結合層との接触抵抗を小さくし、これらの間の優れた導電性を確保している。

[特許文献 1]

特開昭 52-127530 号公報

#### <発明の開示>

10      しかし、上記スパークプラグにおいては、端子金具及び中心電極と導電性シール層とが良好な接合状態を得るために、端子金具及び中心電極と絶縁体の貫通孔の内周面との隙間に導電性ガラスを十分に充填していることが重要である。すなわち、その隙間が狭いためにその充填が不十分になってしまえば、端子金具及び中心電極と導電性シール層との密着力が不足し、衝撃等が加わることにより端子金具及び中心電極と導電性シール層との境界を剥離させてしまうおそれもあるの

15      である。

この点、特開平 11-339925 公報記載のように、導電性ガラスの金属成分として Cu と Zn や Sn 等を用いることが考えられる。このようなスパークプラグでは、上記従来と同様の導電性及び気密性を確保しつつ、衝撃等により、端子金具及び中心電極と導電性シール層との境界を剥離させてしまうことを抑制することができる。

しかしながら、上記スパークプラグは、高出力のエンジン等に使用されることにより、より大きな衝撃が加えられる場合もある。このような場合であっても、絶縁体の貫通孔内の内周面、端子金具又は中心電極と導電性シール層との境界で剥離を生じさせたりしないようにする必要がある。また、導電性シール層自体に亀裂やひび割れ等を生じさせたりしないようにする必要もある。

本発明は、上記従来の実情に鑑みてなされたものであって、優れた導電性及び気密性を維持しつつ、より耐衝撃性に優れたスパークプラグ及びその製造方法を

提供することを解決すべき課題としている。

発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究を行った。そして、第1、2導電性シール層において、導電性ガラスの金属成分としてCu及びZnを採用したスパークプラグを改良すれば上記課題を解決できることを発見し、本発明を完成させるに至った。

すなわち、本発明は、軸方向に形成された貫通孔を有する絶縁体の一方の端部側に端子金具が配置され、該絶縁体の他方の端部側に中心電極が配置されるとともに、該貫通孔内に該端子金具と該中心電極とを電氣的に接続する導電性結合層が配置され、該導電性結合層は該端子金具及び該中心電極の少なくとも一方と接合する導電性シール層を含むスパークプラグにおいて、

前記導電性シール層はガラス成分と金属成分とを含有する導電性ガラスからなり、該金属成分は、Cu-Zn合金を少なくとも含むことを特徴とする。

本発明のスパークプラグでは、導電性シール層において、導電性ガラスの金属成分がCu-Zn合金を含んでいる。このようなCu-Zn合金は、優れた導電性及び気密性を確保することができる。そして、Cu-Zn合金を含有する導電性ガラスは、絶縁体の貫通孔の内周面、端子金具又は中心電極と導電性シール層との境界に生じる剥離を抑制することができる。また、導電性シール層自体に生じる亀裂やひび割れ等を抑制することもできる。このため、スパークプラグの耐衝撃性が優れることとなる。

したがって、本発明のスパークプラグでは、優れた導電性及び気密性を維持しつつ、より耐衝撃性が優れることとなる。

なお、本発明のスパークプラグは、導電性シール層は端子金属及び中心電極の少なくとも一方と接合するように形成されていればよい。導電性結合層としては、全体が導電性シール層によって構成されていてもよく、従来と同様に抵抗体と抵抗体の両端に位置する導電性シール層とによって構成されていてもよい。導電性シール層に含まれる金属成分としては、全てがCu-Zn合金であってもよく、

一部がCu-Zn合金であってもよい。金属成分の一部がCu-Zn合金である場合、他の金属成分として、Cu、Fe、Sb、Sn、Ag、Al及びNi並びにこれらの合金の少なくとも1種を採用することができる。

5 また、Cu-Zn合金は、Cuが第1成分であり、Znが第2成分であることが好ましい。つまり、Cu-Zn合金中にCuが最も多く含まれ、ZnがCuの次に多く含まれていることが好ましい。また、Cu-Zn合金としては、Cu及びZn以外に不可避不純物が含まれていてもよいが、その場合でも、Cu及びZnの合計の含有量が99質量%以上であることが好ましい。

10 さらに、本発明のスパークプラグは、金属成分が実質的に全てのZnが合金化していることが好ましい。金属成分中に合金化されていないZn成分を含むことで発明者等は導電性シール層の耐衝撃性が低下する虞があることを確認している。

15 なお、『金属成分は、実質的に全てZnが合金化している』とは、X線回折にて導電性シール層中の金属成分中における合金化されていないZn成分（Zn単体成分）を計測した結果、合金化されていないZn成分が検出されなかった場合をさす。また、『合金化されていないZn成分（Zn単体成分）』とはZnの含有量が99wt%以上で残部がCu以外の不可避不純物であるものを指す。

20 また、本発明は、軸方向に形成された貫通孔を有する絶縁体の一方の端部側に端子金具が配置され、該絶縁体の他方の端部側に中心電極が配置されるとともに、該貫通孔内に該端子金具と該中心電極とを電氣的に接続する導電性結合層が配置され、該導電性結合層は該端子金具及び該中心電極の少なくとも一方と接合する導電性シール層を含むスパークプラグの製造方法において、

ガラス粉末と少なくともCu-Zn合金粉末が混合される金属粉末とを含む導電性ガラス粉末を絶縁体の貫通孔内に充填し、導電性ガラス粉末を軟化させることで導電性シール層を形成することを特徴とする。

25 本発明のスパークプラグの製造方法では、ガラス粉末とCu-Zn合金粉末が混合される金属粉末とを含む導電性ガラス粉末を絶縁体の貫通孔内に充填し、導電性ガラス粉末を軟化させることで導電性シール層を形成する。Cu粉末とZn粉末とを別々に添加し、後で熱処理等で合金化させる手法では、熱処理条件や混

合状態によって、導電シール層内に所望比率のCu-Zn合金を得ることが難しいが、このように予め合金化したCu-Zn合金粉末を利用することで、形成される導電性シール層において、導電性ガラスの金属成分が所望の割合でCu-Zn合金を含むこととなる。よって、本発明の製造方法で形成されたスパークプラグは、優れた導電性及び気密性を維持しつつ、より耐衝撃性が優れることとなる。

導電性ガラス粉末は、30質量%を超過し、75質量%未満の金属粉末を含有することが好ましい。発明者の試験結果によれば、金属粉末が30質量%以下であれば、スパークプラグの耐衝撃性が十分でないことがある。また、金属粉末が75質量%以上であれば、ガラス成分が少なくなることによって気密性が劣る虞がある。このため、導電性ガラス粉末が30質量%を超過し、75質量%未満の金属粉末を含有することにより、形成されるスパークプラグの導電性及び気密性は維持され、その耐衝撃性は向上することとなる。

金属粉末はCu-Zn合金粉末が10質量%を超過していることが好ましい。Cu-Zn合金粉末が金属粉末の10質量%を超過していることにより、スパークプラグの導電性、気密性及び耐衝撃性を有効に確保することができる。なお、発明者の試験結果によれば、Cu-Zn合金粉末が金属粉末の10質量%以下であれば、スパークプラグの耐衝撃性が十分でないことがある。さらに、金属粉末はCu-Zn合金粉末が50質量%を超過していることがより好ましい。Cu-Zn合金粉末が金属粉末の50質量%を超過していることにより、形成されるスパークプラグの導電性、気密性を確保しつつ耐衝撃性をさらに有効に向上させることができる。

また、本発明のスパークプラグ製造方法は、Zn粉末を混合しないことが好ましい。Zn成分がZn粉末の状態、すなわち、Zn成分が合金化されない状態で、混合すると導電性ガラス層内にZn粉末が合金化されないまま最終製品に残存し、形成されるスパークプラグの耐衝撃性が低下することを発明者等は確認している。したがって、Zn成分は添加前にすべて合金化しておくことが好ましい。

Cu-Zn合金粉末はZnを5～40質量%含むことが好ましい。発明者は、Znを5～40質量%含んだCu-Zn合金粉末において、本発明の効果を確認

している。

本発明のスパークプラグでは、導電性ガラス粉末は、 $\text{In}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Cr}$ 、 $\text{V}$ 及び $\text{Ti}$ の少なくとも1種の半導体無機酸化物を含有することが好ましい。発明者らの試験結果によれば、こうすることによって導電性シール層の導電性及び気密性を維持しつつ、耐衝撃性をより一層向上させることができる。半導体無機酸化物としては、酸化インジウム( $\text{In}_2\text{O}_3$ )、酸化スズ( $\text{SnO}_2$ )、酸化クロム( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )、酸化バナジウム( $\text{V}_2\text{O}_3$ 、 $\text{VO}_2$ )、酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )等を採用することができる。発明者らの試験結果によれば、ガラス粉末と金属粉末との含有量を100質量部としたときに、半導体無機酸化物を10質量部未満で含有することが好ましい。半導体無機酸化物を10質量部以上含有すると、気密性が低下することがある。

また、金属粉末の平均粒径は、 $5\mu\text{m}$ 以上、 $40\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。金属粉末の平均粒径が $5\mu\text{m}$ 未満では、粒径が小さすぎて生産性が悪く、コストが上昇する。一方、金属粉末の平均粒径が $40\mu\text{m}$ を越えると、形成されるスパークプラグの耐衝撃性が低下する虞がある。

#### <図面の簡単な説明>

図1は、実施形態に係り、製造過程における絶縁体の縦断面図である。

図2は、実施形態に係り、製造過程における絶縁体及び端子金属の縦断面図である。

図3は、実施形態に係り、スパークプラグの縦断面全体図である。

なお、図中の符号、以下のとおりである。

20・・・主体金具

11a・・・貫通孔

25 11・・・絶縁体

12・・・中心電極

16・・・端子金具

13a、b・・・導電性ガラス



17・・・第1導電性シール層

19・・・第2導電性シール層

21・・・接地電極

18・・・抵抗体

5

### <発明を実施するための最良の形態>

本発明のスパークプラグを具体化した実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

実施形態のスパークプラグは、以下のようにして製造することができる。まず、

- 10 図1(a)に示すように、後端側に鰐部12aを備えた中心電極12を用意する。また、アルミナ等のセラミックス焼成体からなり、軸方向に貫通孔11aを有する略円筒形状の絶縁体11を用意する。ここで、絶縁体11の貫通孔11aは、先端側に貫通する小径の第1貫通孔11bと、第1貫通孔11bを拡張したテーパ部11cと、テーパ部11cから後端側に貫通する第2貫通孔11dとによつて構成されている。そして、絶縁体11の貫通孔11aの後端側から中心電極12を挿通し、第2貫通孔11dを経て、貫通孔11aの第1貫通孔11b内まで中心電極12を移動させる。こうして、その第1貫通孔11b内では、中心電極12の鰐部12aがテーパ部11cに係止され、中心電極12に係止される。その際、中心電極12の先端は絶縁体11の先端から突出される。

- 20 次に、図1(b)に示すように、絶縁体11の貫通孔11aの後端にロート50を挿入し、ロート50を介してその貫通孔11a内に導電性ガラス粉末13を入れる。導電性ガラス粉末13は、表1に示す各試験例1～25の配合(質量%)から成るガラス粉末と金属粉末とによって構成されている。

[表 1]

試験例	ガラス粉末の添加量 (質量%)	金属粉末の添加量 (質量%)	金属粉末の組成				半導体無機酸化物の添加量 (質量%)
			組成	添加量 (質量%)	その他の組成	添加量 (質量%)	
1	50	50	Cu(粉末)	100	—	—	—
2	50	50	Cu(粉末)	90	Zn(粉末)	10	—
3	50	50	Cu・10Zn	100	—	—	—
4	50	50	Cu・10Zn	75	Cu(粉末)	25	—
5	50	50	Cu・10Zn	50	Cu(粉末)	50	—
6	50	50	Cu・10Zn	25	Cu(粉末)	75	—
7	50	50	Cu・10Zn	15	Cu(粉末)	85	—
8	50	50	Cu・10Zn	10	Cu(粉末)	90	—
9	50	50	Cu・5Zn	100	—	—	—
10	50	50	Cu・25Zn	100	—	—	—
11	50	50	Cu・40Zn	100	—	—	—
12	70	30	Cu・10Zn	100	—	—	—
13	65	35	Cu・10Zn	100	—	—	—
14	35	65	Cu・10Zn	100	—	—	—
15	30	70	Cu・10Zn	100	—	—	—
16	25	75	Cu・10Zn	100	—	—	—
17	50	50	Cu・10Zn	100	—	—	1.0SnO <sub>2</sub>
18	50	50	Cu・10Zn	100	—	—	2.5SnO <sub>2</sub>
19	50	50	Cu・10Zn	100	—	—	5.0SnO <sub>2</sub>
20	50	50	Cu・10Zn	100	—	—	10.0SnO <sub>2</sub>
21	50	50	Cu・10Sn	100	—	—	—
22	50	50	Cu・20Sn	100	—	—	—
23	50	50	Cu・7Al	100	—	—	—
24	50	50	Cu・10Al	100	—	—	—
25	50	50	Cu・30Ni	100	—	—	—

ガラス粉末は、60質量%の $\text{SiO}_2$ 、30質量%の $\text{B}_2\text{O}_3$ 、5質量%の $\text{Na}_2\text{O}$ 及び5質量%の $\text{BaO}$ からなるホウケイ酸ソーダガラスである。

また、金属粉末の組成は以下のとおりである。試験例1では、金属粉末としてCu粉末を採用している。また、試験例2では、金属粉末としてCu粉末とZn粉末との混合粉末を採用している。さらに、試験例3～20では、金属成分として、表1に組成を示すCu-Zn合金の粉末を採用している。各Cu-Zn合金粉末のCuが第1成分であり、Znが第2成分である。また、試験例4～8では、金属粉末が75～10質量%のCu-Zn合金粉末とその他の組成である25～90質量%のCu粉末とによって構成されている。また、試験例21、22では、金属粉末として、表1に組成を示すCu-Sn合金粉末を採用している。さらに、試験例23、24では、金属粉末として、表1に組成を示すCu-Al合金粉末を採用している。また、試験例25では、金属粉末として、表1に組成を示すCu-Ni合金粉末を採用している。

試験例17～20では、ガラス粉末と金属粉末とからなる100質量部の導電性ガラス粉末13に対して、半導体無機酸化物である1.0～10.0質量部の $\text{SnO}_2$ を添加している。

次いで、図1(c)に示すように、絶縁体11の貫通孔11a内であって中心電極12の後端に入れられた各試験例1～25の導電性ガラス粉末13は、その貫通孔11aの後端から挿入される押さえ棒51によって予備的に圧縮される。

そして、図1(d)に示すように、上述した導電性ガラス粉末13と同様に、絶縁体11の貫通孔11a内に抵抗体原料粉末14が入れられる。その際、抵抗体原料粉末14は、ガラス粉末、セラミックス粉末、金属粉末(Zn、Sb、Sn、Ag及びNi等の1種又は2種以上を主体とするもの)、非金属導電物質粉末(無定形カーボン及びグラファイト等の1種又は2種以上を主体とするもの)及び有機バインダ等を所定量配合し、ホットプレス等で焼結することによって得られたものである。具体的には、30質量%の微粒ガラス粉末、60質量%の $\text{ZrO}_2$ 粉末、1質量%のAl粉末、6質量%のカーボンブラック及び3質量%のデキストリンを配合することによって抵抗体原料粉末14が得られる。そして、絶

縁体 1 1 の貫通孔 1 1 a 内であって導電性ガラス粉末 1 3 の次に積層された抵抗体原料粉末 1 4 は、その貫通孔 1 1 a の後端から挿入される押さえ棒 5 1 によって予備的に圧縮される。

そして、上述した導電性ガラス粉末 1 3 及び抵抗体原料粉末 1 4 と同様に、絶縁体 1 1 の貫通孔 1 1 a 内に、再度、表 1 に示す導電性ガラス粉末 1 3 が入れられる。そして、絶縁体 1 1 の貫通孔 1 1 a 内であって抵抗体原料粉末 1 4 の次に入れられた導電性ガラス粉末 1 3 は、その貫通孔 1 1 a の後端から挿入される押さえ棒 5 1 によって予備的に圧縮される。その際、導電性ガラス粉末 1 3 は絶縁体 1 1 の貫通孔 1 1 a 内に充填されることとなる。

10      こうして、絶縁体 1 1 の貫通孔 1 1 a 内であって中心電極 1 2 の後端では、導電性ガラス粉末 1 3、抵抗体原料粉末 1 4 及び導電性ガラス粉末 1 3 の順からなる粉末層 1 5 が積層することとなる。

15      このように粉末層 1 5 が積層する絶縁体 1 1 及び中心電極 1 2 からなるスパープラグの中間体 1 0 a では、図 2 (a) に示すように、絶縁体 1 1 の貫通孔 1 1 a の後端から端子金具 1 6 が挿入される。そして、その中間体 1 0 a を加熱して粉末層 1 5 を軟化させた後、ホットプレス処理によって端子金具 1 6 を先端方向に加圧する。

20      ここで、端子金具 1 6 は低炭素鋼等からなり、外径を有する端子部 1 6 a と、端子部 1 6 a から先端方向に延在し、絶縁体 1 1 の貫通孔 1 1 a と略同径の円柱部 1 6 b と、円柱部 1 6 b から先端方向に延在し、円柱部 1 6 b より狭径の棒状部 1 6 c とを備えている。

25      そして、図 2 (b) に示すように、絶縁体 1 1 の貫通孔 1 1 a 内において、中心電極 1 2 の後端に積層された導電性ガラス粉末 1 3 が導電性ガラス 1 3 a となって圧縮される。また、導電性ガラス粉末 1 3 の次に積層された抵抗体原料粉末 1 4 が抵抗体 1 4 a となって圧縮される。さらに、抵抗体原料粉末 1 4 の次に積層された導電性ガラス粉末 1 3 は、端子金属 1 6 の棒状部 1 6 c の周囲と絶縁体 1 1 の貫通孔 1 1 a とで囲まれた範囲に導電性ガラス 1 3 b となって圧縮される。

こうして、端子金属 1 6 は、円柱部 1 6 b によって絶縁体 1 1 の貫通孔 1 1 a

を密閉しながら挿入され、端子部 16 a によって絶縁体 11 の貫通孔 11 a の後端に接合される。

そして、中間体 10 a 及び端子金属 16 を常温で冷却される。こうして、絶縁体 11 の貫通孔 11 a 内では、中心電極 12 の後端で圧縮された導電性ガラス 13 a によって第 1 導電性シール層 17 が形成されることとなる。また、導電性ガラス 13 a の後端で圧縮された抵抗体 14 a によって抵抗体 18 が形成されることとなる。さらに、抵抗体 14 a の後端で圧縮された導電性ガラス 13 b によって、端子金属 16 の棒状部 16 c の周囲と絶縁体 11 の貫通孔 11 a とで囲まれた範囲に第 2 導電性シール層 19 が形成されることとなる。

こうして、絶縁体 11 の貫通孔 11 a 内では、第 1 導電性シール層 17 によって中心電極 12 が固定され、第 2 導電性シール層 19 によって端子金属 16 が固定されることとなる。

次に、図 3 に示すように、炭素鋼等からなる主体金具 20 を用意する。主体金具 20 は、外周面にねじ部 22 が形成されている。そして、中心電極 12 及び端子金属 16 を固定した中間体 10 a を筒状の主体金具 20 の軸方向に延在するように挿入することによって、実施形態のスパークプラグ 10 が製造されることとなる。そして、このスパークプラグは、主体金具 20 のねじ部 22 が図示しない内燃機関のエンジンヘッド等に取り付けられ、接地電極 21 と中心電極 12 との放電ギャップに火花放電させ、エンジンの着火源として使用される。

そのスパークプラグ 10 では、筒状の主体金具 20 と、主体金具 20 の軸方向に延在し、主体金具 20 の内側に固定された絶縁体 11 とが備えられている。絶縁体 11 は貫通孔 11 a によって筒状に形成されている。主体金具 20 及び絶縁体 11 の内側には、主体金具 20 の軸方向に延在し、放電可能な先端を絶縁体 11 の先端から突出させて後端が貫通孔 11 a 内に固定された中心電極 12 と、主体金具 20 の軸方向に延在し、後端を絶縁体 11 の後端から突出させて先端が貫通孔 11 a 内に固定された端子金具 16 とが備えられている。そして、主体金具 20 及び絶縁体 11 の内側であって、中心電極 12 と端子金具 16 との間には、中心電極 12 側から順に第 1 導電性シール層 17、抵抗体 18 及び第 2 導電性シ

ール層 19 とが備えられている。また、主体金具 20 には、中心電極 12 との間に放電ギャップを形成する接地電極 21 の一端が固定されている。

そして、上述した各試験例 1～25 の第 1、2 導電性シール層 17、19 の気密性を測定する。気密性の測定では、1.5 MPa の圧縮空気を中心電極 12 側から絶縁体 11 の貫通孔 11a 内に加える。そして、絶縁体 11 と端子金属 16 の接合部分であって、その貫通孔 11a 内の後端側からその圧縮空気が漏れ出しているか否かを確認する。こうして、圧縮空気が漏れ出していないスパークプラグ 10 を○とし、漏れ出す圧縮空気が 1 分間で 0.1 ml 以下のスパークプラグ 10 を△とし、漏れ出す圧縮空気が 1 分間で 0.1 ml を越えるスパークプラグ 10 を×としている。その結果を表 2 に示す。

[表 2]

試験例	気密性	耐衝撃性
1	○	×
2	○	×
3	○	◎
4	○	◎
5	○	◎
6	○	○
7	○	○
8	○	△
9	○	○
10	○	○
11	○	○
12	○	△
13	○	○
14	○	○
15	○	○
16	△	○
17	○	◎
18	○	◎
19	○	◎
20	△	◎
21	×	×
22	×	×
23	○	×
24	○	×
25	○	×

また、上述した各試験例 1～23 の第 1、2 導電性シール層 17、19 を有するスパークプラグ 10 において、耐衝撃性を測定する。耐衝撃性の測定では、各試験例 1～23 の第 1、2 導電性シール層 17、19 を有するスパークプラグ 10 において、JIS B8031 に規定された耐衝撃試験を行う。その際、耐  
5 衝撃試験は、振動振幅を 22 (mm)、衝撃回数 400 (回/分) の条件で行い、スパークプラグ 10 に生じる電気抵抗値の変化を測定する。こうして、電気抵抗値の増加率が 1%未満であるものを◎とし、1%以上 2.5%未満であるものを○とし、2.5%以上 5%未満であるものを△とし、5%以上であるものを×としている。その結果も表 2 に示す。

10

#### (考察)

表 2 に示すように、気密性の測定では、試験例 1～15、17～19 及び 23～25 が○であった。さらに、試験例 16、20 が△であった。また、耐衝撃性の測定では、試験例 6、7、9～11、13～16 が○であり、8、12 が△  
15 あり、試験例 3～5、17～20 では◎であった。

特に、そのスパークプラグ 10 では、第 1、2 導電性シール層 17、19 がガラス成分と金属成分とを含有する導電性ガラスからなり、金属成分は Cu を第 1 成分とし、Zn を第 2 成分とする Cu-Zn 合金を金属成分としている。このような Cu-Zn 合金は、その成分比によって優れた導電性及び気密性を確保  
20 することができる。そして、Cu-Zn 合金を含有する導電性ガラスは、絶縁体 11 の貫通孔 11a の内周面、端子金具 16 又は中心電極 12 と第 1、2 導電性シール層 17、19 との境界に生じる剥離を抑制することができる。また、第 1、2 導電性シール層 17、19 自体に生じる亀裂やひび割れ等を抑制することもできる。このため、スパークプラグ 10 の耐衝撃性が優れることとなる。

したがって、このようなスパークプラグ 10 では、優れた導電性及び気密性を維持しつつ、より耐衝撃性が優れることとなる。  
25

ここで、試験例 13～15 では、30 質量%を超過し、75 質量%未満の金属成分 (Cu-Zn 合金) を含有している。金属成分が 30 質量%以下であれば、



スパークプラグ 10 の耐衝撃性が十分でない。また、金属成分が 75 質量%以上であれば、ガラス成分が少なくなることによって気密性を保持し難い。このため、導電性ガラスが 30 質量%を超過し、75 質量%未満の金属成分を含有することにより、スパークプラグ 10 の導電性及び気密性は維持され、その耐衝撃性は向上  
5 することとなる。

また、試験例 3～7 では、金属成分が Cu-Zn 合金を 10 質量%を超過した場合について上述した効果を確認することができる。

さらに、試験例 9～11 では、Cu-Zn 合金は Zn を 5～40 質量%含んでいる。Zn を 5～40 質量%含んだ Cu-Zn 合金において、上述した効果を確認  
10 することができる。

特に、試験例 17～19 では、ガラス成分と金属成分との含有量を 100 質量部としたときに、半導体無機酸化物として 10 質量部未満の  $\text{SnO}_2$  が含まれているため、第 1、2 導電性シール層 17、19 の導電性を維持しつつ、耐衝撃性をより一層向上させることができる。なお、 $\text{SnO}_2$  を 10 質量%以上含有する  
15 と、気密性が低下する。

この点、試験例 19 及び 20 において、金属成分の第 2 成分を Sn に変更した場合、気密性も耐衝撃性も向上していない。また、試験例 21～23 において、金属成分の第 2 成分を Al 又は Ni に変更した場合、気密性は向上しているものの、耐衝撃性は向上していない。

次に、上述した試験例 3 について、金属粉末の平均粒径を  $8\ \mu\text{m}$ 、 $10\ \mu\text{m}$ 、 $36\ \mu\text{m}$ 、 $50\ \mu\text{m}$  としてそれぞれ耐衝撃性を測定する。なお、耐衝撃性の測定では、上記方法と同様に行い、スパークプラグ 10 に生じる電気抵抗値の変化を測定した。結果を表 3 に示す。  
20

[表 3]

試験例	ガラス粉末の添加量 (質量%)	金属粉末の添加量 (質量%)	金属粉末の組成	Cu-10Znの添加量 (質量%)	ガラス粉末の粒径 ( $\mu\text{m}$ )	金属粉末の粒径 ( $\mu\text{m}$ )	耐衝撃性
26	50	50	Cu-10Zn	100	100	8	○
27	50	50	Cu-10Zn	100	100	10	○
28	50	50	Cu-10Zn	100	100	36	○
29	50	50	Cu-10Zn	100	100	50	△

表 3 に示すように、耐衝撃性の測定では、試験例 26～28 が○であった。このため、試験例 26～28 の第 1、2 導電性シール層 17、19 を有するスパークプラグ 10 では、優れた耐衝撃性を有していることが判る。

なお、実施形態のスパークプラグ 10 は、抵抗体 18 を備えているが、抵抗体 18 を備えていないものでもよい。また、そのスパークプラグ 10 は、第 1、2 導電性シール層 17、19 を備えているが、どちらか一方を備えたものでもよい。

また、端子金具 16 の表面には、厚さ 5  $\mu\text{m}$  程度の Ni めっき層が形成されていてもよい。そして、端子金具 16 の棒状部 16c の周囲は、Zn、Sn、Pb、Rh、Pd、Pt、Cu、Au、Sb 及び Ag の 1 種又は 2 種以上を主体とする金属層で覆われていてもよい。端子金具 16 と第 2 導電性シール層 19 との結合力を高めることができるからである。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2003 年 05 月 20 日出願の日本特許出願（特願 2003-142415）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

**<産業上の利用可能性>**

本発明により、優れた導電性及び気密性を維持しつつ、より耐衝撃性に優れたスパークプラグ及びその製造方法が得られる。

## 請 求 の 範 囲

1. 軸方向に形成された貫通孔を有する絶縁体の一方の端部側に端子金具が配置され、該絶縁体の他方の端部側に中心電極が配置されるとともに、該貫通孔内に該端子金具と該中心電極とを電氣的に接続する導電性結合層が配置され、該導電性結合層は該端子金具及び該中心電極の少なくとも一方と接合する導電性シール層を含むスパークプラグにおいて、

前記導電性シール層はガラス成分と金属成分とを含有する導電性ガラスからなり、該金属成分は、Cu-Zn合金を少なくとも含むことを特徴とするスパークプラグ。

2. 前記金属成分中に含まれる実質的に全てのZnが合金化していることを特徴とする請求項1記載のスパークプラグ。

3. 軸方向に形成された貫通孔を有する絶縁体の一方の端部側に端子金具が配置され、該絶縁体の他方の端部側に中心電極が配置されるとともに、該貫通孔内に該端子金具と該中心電極とを電氣的に接続する導電性結合層が配置され、該導電性結合層は該端子金具及び該中心電極の少なくとも一方と接合する導電性シール層を含むスパークプラグの製造方法において、

ガラス粉末と少なくともCu-Zn合金粉末が混合される金属粉末とを含む導電性ガラス粉末を前記絶縁体の前記貫通孔内に充填し、導電性ガラス粉末を軟化させることで前記導電性シール層を形成することを特徴とするスパークプラグの製造方法。

4. 前記導電性ガラス粉末は、30質量%を超過し、75質量%未満の前記金属粉末を含有していることを特徴とする請求項3記載のスパークプラグの製造方法。

5. 前記金属粉末は前記Cu-Zn合金粉末が10質量%を超過していることを特徴とする請求項3又は4記載のスパークプラグの製造方法。

6. 前記金属粉末は前記Cu-Zn合金粉末が50質量%を超過していることを特徴とする請求項3乃至5のいずれか1項記載のスパークプラグの製造方法。

7. 前記金属粉末は、合金化されていないZn粉末を含まないことを特徴とする請求項3乃至6のいずれか1項記載のスパークプラグの製造方法。

10

8. 前記Cu-Zn合金粉末はZnを5～40質量%含むことを特徴とする請求項3乃至7のいずれか1項記載のスパークプラグの製造方法。

9. 前記導電性ガラス粉末は、In、Sn、Cr、V及びTiの少なくとも1種の半導体無機酸化物を含有することを特徴とする請求項3乃至8のいずれか1項記載のスパークプラグの製造方法。

10. 前記導電性ガラス粉末は、前記ガラス粉末と前記金属粉末との含有量の合計を100質量部として、前記半導体無機酸化物が10質量部未満含有されていることを特徴とする請求項9記載のスパークプラグの製造方法。

11. 前記金属粉末の平均粒径は、5 $\mu$ m以上、40 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項3乃至10のいずれか1項記載のスパークプラグの製造方法。

図 1

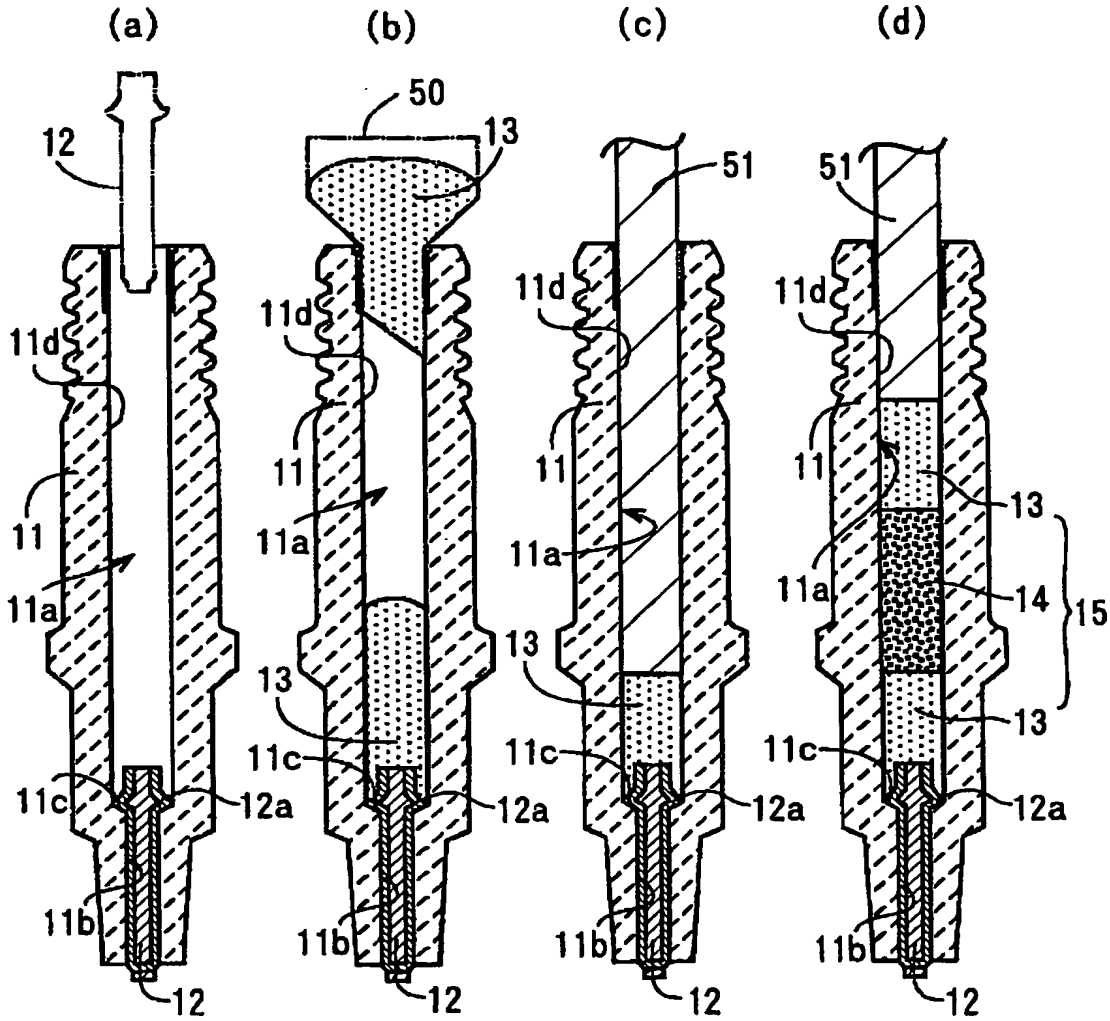


図 2

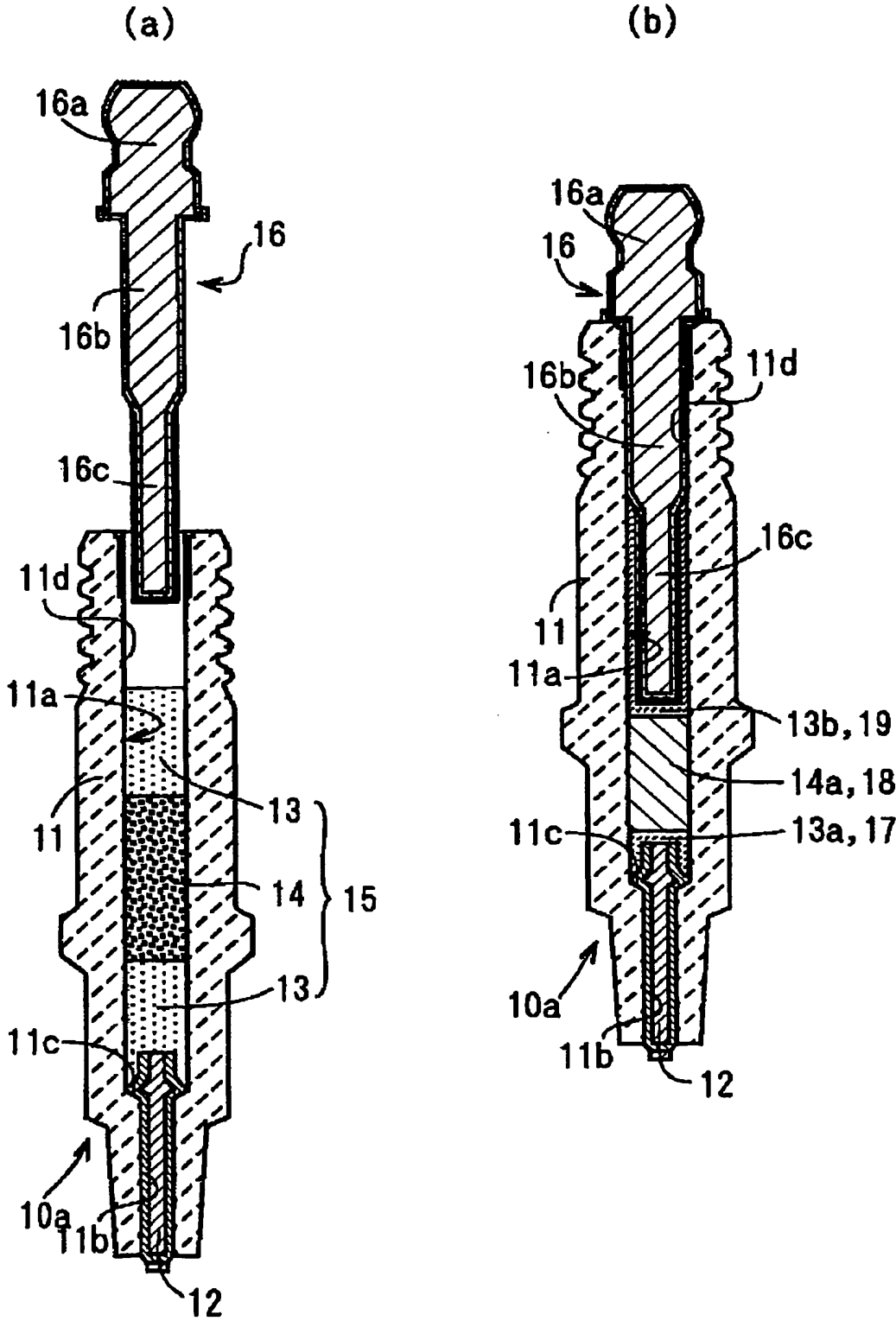
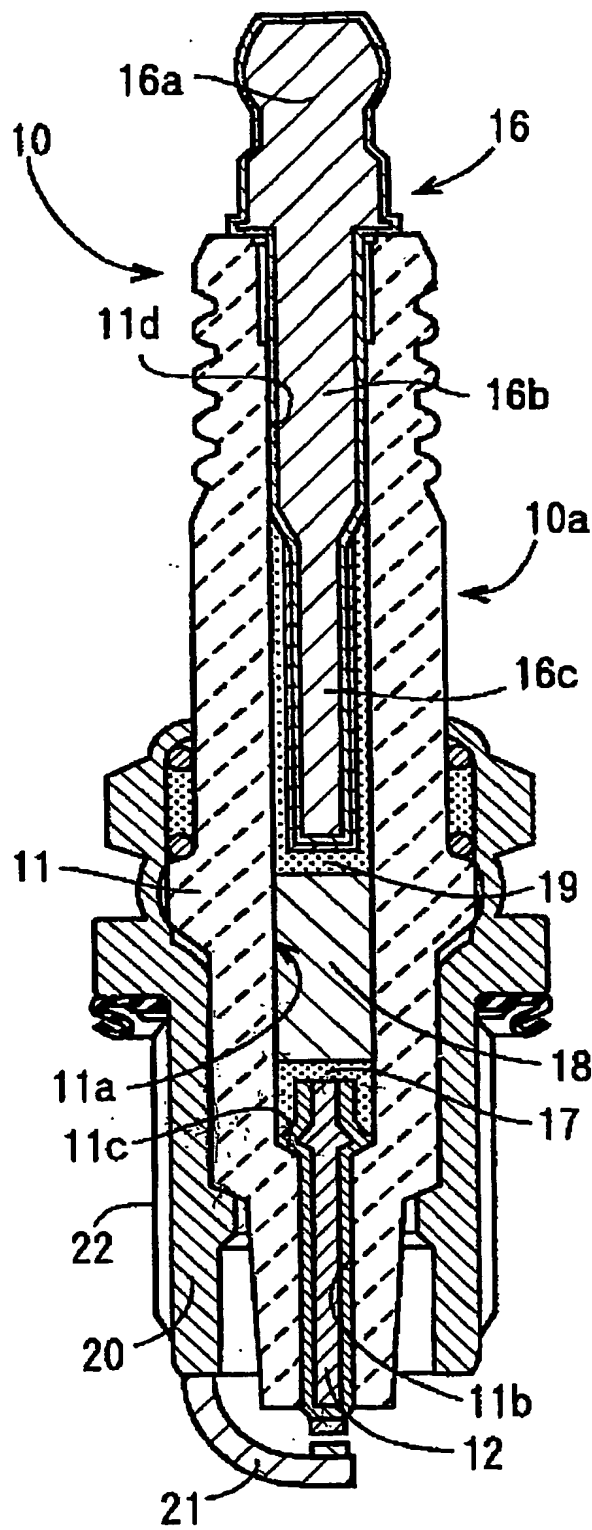


図 3





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/006875

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01T13/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01T13/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 51-27639 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.),	1, 3-6, 8-10
Y	08 March, 1976 (08.03.76),	11
A	Full text	2, 7
	(Family: none)	
Y	JP 11-339925 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.),	11
	10 December, 1999 (10.12.99),	
	Par. Nos. [0044], [0053]	
	& EP 961373 A	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17 August, 2004 (17.08.04)

Date of mailing of the international search report  
31. August, 2004 (31.08.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01T13/34

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01T13/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1940-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 51-27639 A (日本特殊陶業株式会社) 1976. 03. 08, 全文 (ファミリーなし)	1, 3-6, 8-10 11 2, 7
Y	JP 11-339925 A (日本特殊陶業株式会社) 1999. 12. 10, 段落番号【0044】, 【0053】 & EP 961373 A	11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 08. 2004

国際調査報告の発送日

31. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 茂夫

3X

8920

電話番号 03-3581-1101 内線 3370